Energy, Mines and Resources Canada

Énergie, Mines et Ressources Canada

CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

Mining Research Laboratories

Laboratoires de recherche minière

Canada

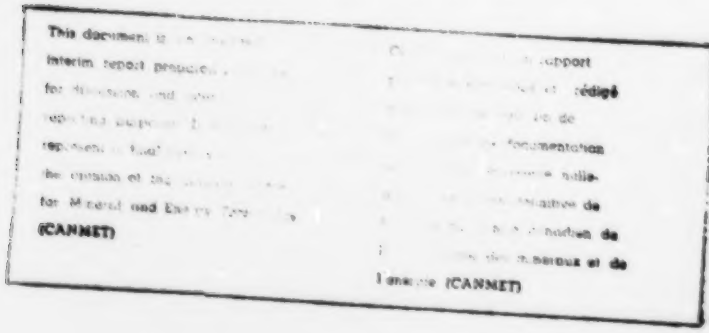
37pp

NOISE AND VIBRATION IN MINES
INDEX OF RESEARCH REPORTS 1972-1986

G. Knight

MRL 88–5 (LS)

MICROMEDIA



31 pp

Energy, Mines and Resources Canada | Énergie, Mines et Ressources Canada

CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology | Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

NOISE AND VIBRATION IN MINES: INDEX OF RESEARCH REPORTS 1972 - 1986 and Guide to 6 Volume Set of Noise Report Reprints

BRUITS ET VIBRATION DANS LES MINES: RÉPERTOIRE DES RAPPORTS DES RECHERCHE et Guide de la série de 6 volumes de rapports (réimprimés) sur le bruit

G. KNIGHT

Canadian Mine Technology Laboratory | Laboratoire canadien de technologie minière

MARCH 1988 | MARS 1988

MINING RESEARCH LABORATORIES
DIVISIONAL REPORT MRL 88–5 (LS)

LABORATOIRE DE RECHERCHE MINIÈRE
RAPPORT DE DIVISION LRM 88–5 (LS)

FOREWORD

This report is a tribute to the hard work of Miron Savich, the research scientist responsible for noise research from 1972 to 1986. He was stationed in the Elliot Lake Laboratory during this period. It is hoped that this listing of reports on noise and vibration studies undertaken by or for CANMET will be useful to its readers.

J.E. Udd
Director
Mining Research Laboratories

AVANT-PROPOS

Le présent rapport constitue un hommage à l'assiduité et aux efforts de Miron Savich en tant que chercheur scientifique responsable des travaux de recherche sur le bruit au Laboratoire d'Elliot Lake, au cours des années 1972 à 1986. Les Laboratoires de recherche minière de CANMET espèrent que ce répertoire de rapports sur le bruit et les vibrations dans les mines, préparés dans le cadre des recherches contractuelles réalisées pour ou par CANMET, sera utile aux lecteurs intéressés aux problèmes reliés au bruit et aux vibrations dans les mines.

Directeur des
Laboratoires de recherche minière
J. E. Udd

NOISE AND VIBRATION IN MINES— INDEX OF RESEARCH REPORTS: 1972 - 1986

and Guide to 6 Volume Set of Noise Report Reprints

by

G. Knight*

ABSTRACT

This is a selected list of the reports prepared by the staff of the Mining Research Laboratories on the subject of noise and vibration in mining. The reports are listed chronologically in seven categories. The categories are instrumentation, hearing protection tests, mine noise surveys, Mill and surface plant noise surveys, and noise abatement techniques, vibration studies and miscellaneous.

The introduction and contents list of the 6 volume set of noise and vibration report reprints are included.

---

*Research Scientist, Canadian Mine Technology Laboratory
Mining Research Laboratories, CANMET,
Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, Ontario.

KEYWORDS: Noise, vibration, hearing protection, bibliography.

BRUIT ET VIBRATION DANS LES MINES
RÉPERTOIRE DES RAPPORTS DE RECHERCHE: 1972 - 1986

et Guide de la série de 6 volumes de rapports de recherche (réimprimés) sur le bruit

par

G. Knight*

RÉSUMÉ

Voici une liste de rapports de recherche choisis sur le bruit et les vibrations dans les mines, préparée par le personnel des Laboratoires de recherche minière. Les rapports sont présentés en ordre chronologique dans 7 catégories différentes. Le répertoire comprend les catégories suivantes: mesure du bruit, études de protection de l'ouïe, relevés de bruits de mines, relevés de bruits d'usines et d'ateliers de surface, études de réduction du bruit, études des vibrations et divers.

L'introduction et la table des matières de la série de 6 volumes de rapports de recherche (réimprimés) sur le bruit et les vibrations sont compris dans ce rapport.

MOTS-CLÉS: Bruit, vibration, protection de l'ouïe, bibliographie

*Chercheur scientifique, Laboratoire Canadien de technologie minière,
Laboratoires de recherche minière, CANMET,
Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (Ontario).

TABLE OF CONTENTS TABLE DES MATIÈRES

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of Contents—Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgement 1
Introduction en français 3
Category 1 – Noise Measurement
Catégorie 1 – Mesure du bruit 5
Category 2 – Hearing Protection – Ear Muffs
Catégorie 2 – Protection de l'ouïe – protecteurs supra-auriculaires 6
Category 3 – Mine Noise Surveys
Catégorie 3 – Relevés de bruits de mines 7
Category 4 – Mill and Surface Plant Noise Surveys
Catégorie 4 – Relevés de bruits d'usines et d'ateliers de surface 8
Category 5 – Noise Abatement Tests
Catégorie 5 – Études de réduction du bruit 9
Category 6 – Vibration Studies
Catégorie 6 – Études des vibrations 10
Category 7 – Miscellaneous
Catégorie 7 – Divers 10
APPENDIX A / ANNEXE A
Guide to Noise and Vibration in Mines—Research Reports:1972-1986. –6 Volume Set
Guide aux Bruit et vibration dans les mines–Rapports de recherche: 11
Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of contents ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 6

INTRODUCTION

The noise research falls into seven categories: noise measurement, hearing protection tests, mine noise surveys, mill and surface plant noise surveys, noise abatement studies, vibration studies and miscellaneous.

The bulk of the reports refer to mine, mill and surface plant noise surveys and hearing protection (ear muffs) research.

Most of these internal, published and contract reports are available in the six volume set of reprints published by the Mining Research Laboratories. The contents list and introduction of this compendium are attached to this report in the hope that it will be a useful guide. In particular the cross references given in this report should be useful in tracing the reports on some of the topics.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to thank many colleagues for their assistance in preparing this listing of noise reports.

INTRODUCTION

La recherche sur le bruit a été divisée en sept catégories soit: mesure du bruit, les études de protection de l'ouïe, les relevés de bruits de mines, les relevés de bruits d'usines et ateliers de surface, les études de réduction du bruit, les études des vibrations et divers.

La majorité des rapports traitent des relevés de bruits de mines, d'usines et d'ateliers de surface ainsi que de la recherche sur la protection de l'ouïe (protecteurs supra-auriculaires).

Ces rapports de recherches internes et contractuelles publiés ont été réimprimés et réunis, pour la plupart, dans une série de 6 volumes préparés par les Laboratoires de recherche minière. Un guide contenant la table des matières et l'introduction à cette série de volumes a été ajouté en annexe au présent rapport. Ce dernier donne également les références aux ouvrages présentés dans la série afin de permettre au lecteur de retrouver facilement les rapports sur certains sujets pertinents.

LISTING OF REPORTS
CATEGORY 1 – NOISE MEASUREMENT
CATÉGORIE 1 – MESURE DU BRUIT

1. 72–140 M. Savich "Development of an anechoic chamber" Published in *Rudarsko-metalurski Zbornik:* Ljubliana, Jugoslavia Nos. 1–2, pp65-81 1973
2. 73–108 M. Savich and W. Stefanich " Development of a standard method for testing noise exposure" 1973
3. 74–23 M. Savich "A new graphical method for the evaluation of noise exposure" 1974
4. 74–76 M. Savich and R.A. Washington " Measurement and control of noise in Canadian Mines: a review and progress report" 1974
5. 74–88 M. Savich "Noise monitor hat" 1974 Published in *Sound and Vibration: 10(1):* p8, Jan. 1976
6. 75–6 M. Savich "Performance analysis on noise dosimeters and noise exposure meters" 1975
7. 75–23 M. Savich "Characteristics of the personal noise dosimeter meter type 4425 as exemplified by serial no. 453311" 1975
8. 75–71 M. Savich "Simple method of evaluation of the noise exposure index and the equivalent continuous sound level" 1975
9. 76–83 M. Savich "Characteristics of GR–1944 noise dosimeter in the laboratory and in the field" 1976
10. 76–94 M. Savich "Simple graphical method of evaluation of the noise exposure index and the equivalent continuous sound level" 1976 published in *CIM Bull.: 71 (797):* p111, 1978
11. 77–94 R. Seymour "Tests of a noise exposure monitor helmet" 1977
12. 78–62 M.U. Savich "A significant advance in noise monitoring instrumentation" 1978
13. 79–40 M. Savich "Development of a noise monitor hat" 1979 Presented at 18th Int. Conf. Sci. Res. Work Safety, Yugoslavia Oct. 1979
14. 80–47 M.U. Savich "Noise measurement in mines" Presented Int. Symp. on Hearing Protection, Toronto; May 1980
15. 81–54 M.U. Savich "Noise measurement at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
16. 81–106 M.U. Savich "New generation of noise dosimeters in Canadian mines" 1981 Published in *Canadian Mining J.:103 (5)*: p71-75 1982
17. 83–56 M. Savich "How CANMET tests noise pollution" 1983 published in *Can. Mining J.: 107 (7):* p19 1983

CATEGORY 2 – HEARING PROTECTION—EAR MUFFS
CATÉGORIE 2 – PROTECTION DE L'OUÏE—PROTECTEURS SUPRA- AURICULAIRES

1. 72–140 M. Savich "Effects of noise on man and hearing protection." Published in *Sigurnost u Rudicima: (4)* 1973
2. 78–11(CF) M. Savich "Ear muff noise attenuation in Canadian mines" 1978
3. 78–72 M. Savich "Efficiency of ear muffs in mines" 1978
4. 78–73 M. Savich "Laboratory attenuation of ear muffs used in mines" 1978
5. 78–74 M. Savich "Noise reduction evaluation of ear muffs" 1978
6. 78–75 M. Savich "The acceptability of ear muffs" 1978
7. 78–100 M. Savich "Attenuation of ear muffs in Canadian mines" 1978
8. 80–59 M. Savich "Practical problems of hearing protector use in Canadian Mines" 1980 Published in *Personal hearing protection in industry.* Edited by P.W. Alberti. New York, Raven Press. p403; 1982
9. 82–128 M.U. Savich "Attenuation of ear muffs in mines from practice to practice –iz prakse za prakso" Published in *Mining and Metallurgy Quarterly; Vol. 29 (4):* pp 349-361 1982
10. 84–35 K.C. Butler and M.U. Savich "Clamping force durability test" 1984
11. 86–58 M.U. Savich and J.K. Weglo "Attenuation measurement of ear muffs at Falconbridge complex: No. 5 shaft, the East Mine and the mill and smelter, 1984" 1986
12. 86–59 M.U. Savich and J.K. Weglo "Attenuation measurements of ear muffs at Lockerby Mine 1984" 1986
13. 86–60 M.U. Savich and J.K. Weglo "Attenuation measurements of ear muffs at Strathcona Mine 1984" 1986
14. 86–61 M.U. Savich and J.K. Weglo "Attenuation measurements of ear muffs at Fraser Mine 1984" 1986
15. 86–88 M.U. Savich and J.K. Weglo "Attenuation measurements of ear muffs at Falconbridge Limited, Canadian Nickel Division, Sudbury Operation 1984" 1986 Published in *CIM bulletin 79: (894):* pp 36-49 (1986)

CATEGORY 3 – MINE NOISE SURVEYS
CATÉGORIE 3 – RELEVÉS DE BRUITS DE MINES

1. 73–122 M. Savich "Noise measurements in Denison Mines" 1973
2. 74–150 M. Savich, G. Zahary and C. Fontaine "Preliminary noise survey at a mine -smelter complex" 1975
3. 76–79 M. Savich "Noise measurement of trucks in Brunswick Mining and Smelting No. 6 site– open pit" 1976
4. 77–36 M. Savich "Noise measurements in No. 12 mine, Brunswick Mining and Smelting" 1976
5. 80–26 M. Savich, J. Vincent and P. Park "Noise measurements in Quirke No. 2 mine, Rio Algom in Elliot Lake" 1980
6. 81–54 M.U. Savich "Noise measurement at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
7. 82–78 D.J. Sawyer, M.U. Savich and D. O'Connor "Noise measurement of auxiliary fans at Stanleigh Uranium mine in Elliot Lake" 1982
8. 82–142 M.U. Savich "Measurement of noise exposure index of underground service workers at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1982
9. 82–143 M.U. Savich "Measurement of noise exposure index of operators on haulage equipment from the underground operations at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1982
10. 82–144 M.U. Savich "Noise measurement on underground crushing equipment at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1982
11. 82–145 M.U. Savich "Measurement of noise exposure index of miners at drilling operations at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1982
12. 83–114(TR) D.T. McPhee, R.M. Van Ooteghem and M.U. Savich "Short noise measurements on fans at Fraser and Strathcona mines" 1983
13. 84–65 M.U. Savich and J.K. Weglo "Noise attenuation with exhaust after treatment systems on a scooptram at Falconbridge's Strathcona mine" 1984 published in *CIM. Bull.*: 79 (890) pp33-48 1986
14. 84–69 M.U. Savich and J.K. Weglo "Practical work on the noise attenuation with exhaust after treatment systems on a ST4A scooptram in Strathcona Mine, Falconbridge Ltd." 1984
15. 84–83 M.U. Savich and D. O'Connor "Measurement of impulse noise of vehicles at the Stanleigh Uranium mine in Elliot Lake" 1984
16. 86–122 K.C. Butler "Personal noise dosimetry survey of various occupational groups at four Potash mines in Saskatchewan" 1986

CATEGORY 4 – MILL AND SURFACE PLANT NOISE SURVEYS
CATÉGORIE 4 – RELEVÉS DE BRUITS D'USINES ET D'ATELIERS DE SURFACE

1. 73–122 M. Savich "Noise measurements in Denison Mines" 1973
2. 74–150 M. Savich, G. Zahary and C. Fontaine "Preliminary noise survey at a mine -smelter complex" 1975
3. 76–91 M. Savich "Noise measurements in the concentrator at Brunswick Mining and Smelting, No. 12 mine" 1976
4. 81–50 M. Savich "Noise measurement in the crushing and screening plant at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
5. 81–51(CF) M. Savich "Noise measurement in the grinding plant and coarse ore storage at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
6. 81–52 M. Savich "Noise measurement on surface maintenance locations at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
7. 81–53(CF) M.U. Savich "Noise measurement in the assay laboratory at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
8. 81–54 M.U. Savich "Noise measurement at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1981
9. 81–95(CF) M.U. Savich "Noise Measurement in the hydrometallurgical plant at Denison Mines Ltd. in Elliot Lake" 1982
10. 83–45 M.U. Savich "Noise measurements at shafts No. 1 and No. 2 at Denison Mines Ltd. Elliot Lake" 1983
11. 84–54 M.U. Savich "Problems and solution of environmental noise at Indusmin Ltd. , Midland, Ontario" 1984

CATEGORY 5 – NOISE ABATEMENT TESTS
CATÉGORIE 5 – ÉTUDES DE RÉDUCTION DU BRUIT

1. 73–157 M. Savich "Production, characteristics and abatement of noise from light and medium rock drills" Published in the *CIM Bulletin; Vol. 67 (751):* pp. 66-79; Nov 1974
2. 74–76 M. Savich and R.A. Washington " Measurement and control of noise in Canadian Mines: a review and progress report" 1974
3. 75–39 M. Savich and J. Wylie "Noise attenuation in rock drills" 1975 Presented at 44th Annual Meeting, Mines Acc. Prev. Assoc. of Ont. : Published in *Can. Min. J. Vol. 66:* pp39-44 Oct. 1975
4. 78–10(CF) M.U. Savich "Canada is one of the leading nations in noise abatement in mines." 1978
5. Heathwood Engineering Associates: "Diamond drill noise study: phase I" CANMET Contract No. 0SQ79-00117 Rep. No. 9-9023 (1979)
6. Heathwood Engineering Associates: E.P. Smith, P.E. Davis and R. Cyr "Diamond drill noise study: phase II" CANMET Contract No. 0SQ80-00096 Rep. No. 0-9044 (1980)
7. 82–40 M.U. Savich " Abatement of noise and vibration in the Canadian mining industry" 1982 Presented at the 11th World Mining Congress, Belgrade, Yugoslavia May-June 1982
8. 82–66 M.U. Savich "Combustion-noise and vibration research projects" 1982
9. 82–115 M.U. Savich (in serbo-croatian; translation of 82–40) " Borba protiv buke i vibracija u kanadskoj industriji" 1982
10. Noranda Mines Ltd.: J.C.R. Cyr "Cost effectiveness and technical feasibility of options available for sound-proofing diamond drilling equipment: phase III" CANMET Contract No. 0SQ81-00160 Rep. No. 1-9045 (1983)
11. 83–28 M.U. Savich "Looking ten years backward and ten years forward at the battle against noise and vibration in Canadian mines" 1983
12. 84–54 M.U. Savich "Problems and solution of environmental noise at Indusmin Ltd. ,Midland, Ontario" 1984
13. 84–65 M.U. Savich and J.K. Weglo "Noise attenuation with exhaust after treatment systems on a scooptram at Falconbridge's Strathcona mine" 1984
14. 84–69 M.U. Savich and J.K. Weglo "Practical work on the noise attenuation with exhaust after treatment systems on a ST4A scooptram in Strathcona Mine, Falconbridge Ltd." 1984

CATEGORY 6 – VIBRATION STUDIES
CATÉGORIE 6 – ÉTUDES DES VIBRATIONS

1. 73–17 M. Savich "Noise and vibration in Canadian mines" 1973
2. 82–40 M.U. Savich " Abatement of noise and vibration in the Canadian mining industry" 1982 Presented at the 11th World Mining Congress, Belgrade, Yugoslavia May-June 1982
3. 82–66 M.U. Savich "Combustion-noise and vibration research projects" 1982
4. 82–115 M.U. Savich (in serbo-croatian; translation of 82–40) " Borba protiv buke i vibracija u kanadskoj industriji" 1982
5. Contract Report 83–09SU,23440-1-9133 S.G. Hutton "A study of vibration sources affecting mine workers" CANMET contract. Scientific authority M.U. Savich 1983.

CATEGORY 7 – MISCELLANEOUS
CATÉGORIE 7 – DIVERS

1. 72–140 M. Savich "Effects of noise on man and hearing protection." Published in *Sigurnost u Rudicima: (4):* 1973
2. 73–17 M. Savich "Noise and vibration in Canadian mines" 1973
3. 73–40 M. Savich "Introduction to noise measurement" 1973
4. 74–76 M. Savich and R.A. Washington " Measurement and control of noise in Canadian Mines: a review and progress report" 1974
5. 80–57 M. Savich "An acoustical method for source location of methane" 1980
6. 82–66 M.U. Savich "Combustion-noise and vibration research projects" 1982
7. 82–115 M.U. Savich "Borba protiv buke i vibracija u kanadskoj industriji" (in Serbo-croatian; translation of 82–40) 1982
8. 83–28 M.U. Savich "Looking ten years backward and ten years forward at the battle against noise and vibration in Canadian mines" 1984
9. 83–61 M.U. Savich and B.S. Harris "Heliport at Sudbury hospital" 1983
10. 84–54 M.U. Savich "Problems and solution of environmental noise at Indusmin Ltd. , Midland, Ontario" 1984

APPENDIX A / ANNEXE A

GUIDE TO
NOISE AND VIBRATION IN MINES
– RESEARCH REPORTS:1972-1986
6 VOLUME SET OF REPRINTS.

GUIDE SUR LE
BRUIT ET VIBRATION DANS LES MINES
– RAPPORTS DE RECHERCHE: 1972-1986
RÉIMPRESSION EN 6 VOLUMES

Edited by G. Knight
CANMET Mining Research Laboratory
Divisional Reports MRL 88–116 to MRL 88–121

Traduit par N.R. Billette
Rapports divisionnel MRL 88–116 à MRL 88–121 des Laboratoires de recherche minière de CANMET

March 1988

Mars 1988

This guide consists of the introductory pages, the contents table and the introduction to the set of noise report reprints. All the reports remain in in the original English. Only the editorial pages and the abstracts have been translated into French.

Ce guide présente les premières pages, la table des matières et l'introduction a des rapports de recherche sur le bruit (réimprimés). Tous les rapports sont présentés dans leur version anglais originale. Seulement l'introduction et les résumés ont été traduit en français.

This report is available in individual volumes or complete from the:

Ces rapports sont disponsible en série de 6 volumes ou en volume séparés. Pour les obtenir veuillez communiquer avec:

Mining Research Laboratories
555 Booth St., Ottawa, Ontario,
Canada K1A 0G1

Laboratoires de recherche minière
555, rue Booth, Ottawa (Ontario)
Canada K1A 0G1

NOISE AND VIBRATION IN MINES–RESEARCH REPORTS: 1972-1986
BRUIT ET VIBRATION DANS MINES–RAPPORTS DE RECHERCHE: 1972-1986

Volume 1 Noise Measurement /	
Mesure du bruit:	*MRL 88-116*
Volume 2 Hearing Protection–Ear Muffs /	
Études de protection de l'ouïe	*MRL 88-117*
Volume 3 Mine Noise Surveys /	
Relevés de bruits de mines	*MRL 88-118 A,88-118 B and 88-118 C*
Volume 4 Mill and Surface Plant Noise Surveys /	
Relevés de bruits d'usines et d'ateliers de surface	*MRL 88-119 c and 88-119 B*
Volume 5 Noise Abatement Studies /	
Études de Réduction du Bruit	*MRL 88-120*
Volume 6 Vibration Studies and Miscellaneous /	
Études des vibration et divers	*MRL 88-121*

Complete set with this guide–
CANMET MRL Divisional Report MRL88-5 /
Série complète avec le guide
Rapport de division MRL 88-5 de CANMET

Handling and reproduction $ 200 per set or $ 25 per book

(each book contains between 400 and 700 pages)

FOREWORD

The compendium of CANMET reports on noise measurement equipment, noise assessments in mines and hearing protection assessments is a tribute to the dedication, hard work and professional expertise of Mr. Savich in his field of research specialization. The research contained within the reports was accomplished by Mr. Savich or under his direction in the relatively brief period of 1972 to 1986 while working as a research scientist at the Elliot Lake Laboratory.

It is hoped that this compendium of reports on research carried out while at CANMET will be useful to those interested in finding solutions to the problems caused by miner exposure to noise and vibration.

J.E. Udd
Director
Mining Research Laboratories

AVANT-PROPOS

Le recueil de rapports de CANMET sur les instruments de mesure du bruit, les évaluations du bruit dans les mines et la protection de l'ouïe constitue un hommage à l'assiduité, le professionnalisme et l'expertise de M. Savich dans son champ de spécialisation en recherche. La recherche relatée dans ces divers rapports fut accomplie par M. Savich lui-même, ou sous sa direction, au cours de la courte période allant de 1972 à 1986, alors qu'il oeuvrait en tant que chercheur scientifique au laboratoire d'Elliot Lake.

Les Laboratoires de recherche minière de CANMET espèrent que ce recueil de rapports de recherche serviront à tous les intervenants du milieu intéressés aux problèmes reliés à l'exposition des mineurs au bruit et aux vibrations.

Directeur
Laboratoires de recherche minière
J.E. Udd

NOISE AND VIBRATION IN MINES — RESEARCH REPORTS: CANMET/ MINING RESEARCH LABORATORIES, 1972-1986.
Reprinted in 6 Volumes

Edited by

G. Knight*

French translations by

N.R. Billette*

ABSTRACT

This compendium is a reprint of all the reports on noise and vibration research undertaken by CANMET. Most of the studies were undertaken in cooperation with mines across Canada, mainly mines located in Ontario and on several occasions with the Mines Accident Prevention Association of Ontario. Two studies were carried out through the awarding of contracts.

The compendium is in 6 volumes, two of which are in parts, as follows;

1. Vol. 1–Glossary, Introduction, and Measurement Methods.
2. Vol. 2–Hearing Protection—Ear Muffs.
3. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part A.
4. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part B.
5. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part C.
6. Vol. 4–Mill and Surface Plant Noise Surveys–Part A.
7. Vol. 4–Mill and Surface Plant Noise Surveys–Part B.
8. Vol. 5–Noise Abatement Studies.
9. Vol. 6–Vibration Studies and General (includes unclassified)

Within each volume or section the reports are listed chronologically. The glossary has been removed from 3 of the reports and listed separately at the front. The introduction describes the main features of the contained studies in each volume.

KEYWORDS: Noise, vibration, mine surveys, noise control, hearing protection, bibliography.

*Research Scientists, Canadian Mine Technology Laboratory,
Mining Research Laboratories, CANMET,
Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, Ontario.

BRUIT ET VIBRATION DANS LES MINES - RAPPORTS DE RECHERCHE: LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIÈRE DU CANMET, 1972-1986.

Réimpression (en anglais) dans 6 Volumes

édité par G. Knight*

traduit par N.R. Billette*

RÉSUMÉ

Ce recueil constitue une réimpression de tous les rapports concernant la recherche sur le bruit et les vibrations exécutée à CANMET. La plupart des travaux ont été entrepris en collaboration avec des mines canadiennes, principalement avec des mines situées en Ontario et, en de nombreuses occasions, avec l'assistance de l'Association de prévention des accidents miniers en Ontario (MAPAO). Deux recherches furent réalisées en tant que contrats.

Le recueil comprend 6 volumes, dont deux comprenant plus d'une partie, répartis comme ceci:

1. Vol. 1–Glossaire, introduction et techniques de mesure.
2. Vol. 2–Protection de l'ouïe - protecteurs supra-auriculaires.
3. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie A.
4. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie B.
5. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie C.
6. Vol. 4–Relevés de bruits d'usines et d'ateliers de surface–partie A.
7. Vol. 4–Relevés de bruits d'usines et d'ateliers de surface–partie B.
8. Vol. 5–Études de réduction du bruit.
9. Vol. 6–Études des vibrations et divers.

Dans chaque volume ou section, les rapports sont classés en ordre chronologique. Le glossaire (en anglais seulement) provient de l'amalgamation de termes contenus dans trois des rapports et a été regroupé séparément au début. L'introduction décrit les principaux éléments des travaux contenus dans chaque volume.

MOTS-CLÉS: bruit, vibration, relevé en mine, contrôle du bruit, protection auriculaire, bibliographie.

* Chercheurs scientifiques, Laboratoire canadien de technologie minière,
Laboratoires de recherche minière, CANMET,
Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, Ontario.

TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

Volume 1 Introduction and Measurement Methods
Introduction et techniques de mesure

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of Contents / Table des matières ix
Glossary xiii
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
1. Development of an anechoic chamber–72–142 13
2. Development of a standard method for testing noise exposure–73–108 35
3. A new graphical method for the evaluation of noise exposure–74–23 83
4. Noise monitor hat–74–88 119
5. Performance analysis on noise dosimeters and noise exposure monitors–75–6 139
6. Characteristics of the personal noise dose meter type 4425 as exemplified by serial no. 453311–75–23 183
7. Simple method of evaluation of the noise exposure index and the equivalent continuous sound level–75–71 207
8. Characteristics of GR–1944 noise dosimeter in the laboratory and in the field–76–83 225
9. Simple graphical method of evaluation of the noise exposure index and the equivalent continuous sound level–76–94 251
10. Tests of a noise exposure monitor helmet–77–94 267
11. A significant advance in noise monitoring instrumentation–78–62 295
12. Development of a noise monitor hat–79–40 327
13. Noise measurement in mines–80–47 365
14. Noise measurement at Denison Mines–81–54 391
15. New generation of noise dosimeters in Canadian mines–81–106 435
16. How CANMET tests noise pollution–83–56 451

Volume 2 Hearing Protection–Ear Muffs
Protection de l'ouïe–Protecteurs de supra-auriculaires

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii

Table of Contents / Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
1. Effects of noise on man and hearing protection–72–140 13
2. Ear muff noise attenuation in Canadian mines–78–11 55
3. Efficiency of ear muffs in mines–78–72 227
4. Laboratory attenuation of ear muffs used in mines–78–73 287
5. Noise reduction evaluation of ear muffs–78–74 359
6. The acceptability of ear muffs–78–75 387
7. Attenuation of ear muffs in Canadian mines–78–100 427
8. Practical problems of hearing protector use in Canadian mines–80–59 493
9. Attenuation of ear muffs in mines from practice to practice
–iz prakse za prakso–82–128 523
10. Clamping force durability test–84–35 541
11. Attenuation measurement of ear muffs at Falconbridge complex:
No. 5 shaft, the East Mine and the mill and smelter, 1984–86–58 553
12. Attenuation measurements of ear muffs at Lockerby Mine, 1984–86–59 583
13. Attenuation measurements of ear muffs at Strathcona Mine, 1984–86–60 609
14. Attenuation measurements of ear muffs at Fraser Mine, 1984–86–61 643
15. Attenuation measurements of ear muffs at Falconbridge mines, 1984–86–88 671

Volume 3 Mine Noise Surveys—Part A / Relevés de bruits de mines—Partie A

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of Contents / Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
1. Noise measurements in Denison Mines–73–122 13
2. Preliminary noise survey at a mine-smelter complex–74–150 73
3. Noise measurement of trucks in Brunswick Mining and Smelting
No. 6 site–open pit–76–79 117
4. Noise measurements in No. 12 mine, Brunswick Mining and Smelting–77–36 ... 151
5. Noise measurements in Quirke No. 2 mine, Rio Algom–80–26 325
6. Noise measurement of auxiliary fans at Stanleigh Uranium Mine–82–78 373

Volume 3 Mine Noise Surveys—Part B / Relevés de bruits de mines—Partie B

Table of Contents / Table des matières i
7. Measurement of noise exposure index of underground service workers at
Denison Mines–82–142 401

8. Measurement of noise exposure index of operators on haulage equipment from the underground operations at Denison Mines–82–143 615
9. Noise measurement on underground crushing equipment at Denison Mines–82–144 747

Volume 3 Mine Noise Surveys—Part C / Relevés de bruit de mines—Partie C

Table of Contents / Table des matières i
10. Measurement of noise exposure index of miners at drilling operations at Denison Mines–82–145 883
11. Short noise measurements on fans at Fraser and Strathcona mines–83–114 1245
12. Measurement of impulse noise of vehicles at the Stanleigh Uranium mine–84–83 1261
13. Personal noise dosimetry survey of various occupational groups at four Potash mines in Saskatchewan–86–122 1295

Volume 4 Mill and Surface Plant Noise Surveys—Part A
Relevés de bruits d'usines et atelier de surface—Partie A

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of Contents / Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
1. Noise measurement in the concentrator at Brunswick Mining and Smelting–76–91 . 13
2. Noise measurement in the crushing and screening plant at Denison Mines–81–50 . 109
3. Noise measurement in grinding plant and coarse ore storage at Denison Mines–81–51 147
4. Noise measurement on surface maintenance locations at Denison Mines–81–52 .. 251

Volume 4 Mill and Surface Plant Noise Surveys—Part B
Relevés de bruits d'usines et ateliers de surface—Partie B

Table of Contents / Table des matières i
5. Noise measurement in assay laboratory at Denison Mines–81–53 487
6. Noise measurement in the hydrometallurgical plant at Denison Mines–81–95 571
7. Noise measurement at shafts No. 1 and No. 2 at Denison Mines–83–45 893
8. Problems and solution of environmental noise at Indusmin–84–54 915

Volume 5 Noise Abatement / Études de réduction du bruit

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v

Résumé vii
Table of Contents / Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
1. Production, characteristics and abatement of noise from light and medium rock drills–73–157 13
2. Noise attenuation in rock drills–75–39 71
3. Canada is one of the leading nations in noise abatement in mines–78–10 115
4. Diamond drill noise study: phase I–9–9023 139
5. Diamond drill noise study: phase II–0–9044 219
6. Abatement of noise and vibration in the Canadian mining industry–82–40 281
7. Cost effectiveness and technical feasibility of options available for sound-proofing diamond drilling equipment: phase III–1–9045 321
8. Noise attenuation with exhaust after treatment systems on a scooptram at Falconbridge's Strathcona mine–84–65 401
9. Practical work on the noise attenuation with exhaust after treatment systems on a ST4A scooptram–84–69 433

Volume 6 Vibration Studies and General / Études des vibrations et divers

Foreword i
Avant-propos iii
Abstract v
Résumé vii
Table of Contents / Table des matières ix
Introduction 1
Acknowledgements 6
Introduction en français 7
Vibration Studies / Études des vibrations
1. A study of vibration sources affecting mine workers–1–9133 13
General and Unclassified / Divers
2. Noise and vibration in Canadian mines–73–17 155
3. Introduction to noise measurement–73–40 363
4. Measurement and control of noise in Canadian mines: a review and progress report–74–76 397
5. An acoustical method for source location of methane–80–57 433
6. Combustion-noise and vibration research projects–82–66 445
7. Looking ten years backward and ten years forward at the battle against noise and vibration in Canadian mines–83–28 475
8. Heliport at Sudbury hospital–83–61 491

INTRODUCTION

This research was undertaken because noise-induced hearing loss is a substantial problem in the mining industry and because vibration-induced damage occurs to blood capillaries in the hands of miners, particularly drillers. Noise-induced hearing loss generally occurs over a long period of time. Because humans are adaptable and tend to compensate for the gradual loss, the impairment goes unrecognized for a long time. Exposure to very loud noises, such as explosions, can give rise to immediate and disabling damage to the hearing system.

Hearing impairment affects both employees and employers. Compensation payments are becoming substantial. The hearing loss can only be detected in the early stages by frequent checks of hearing acuity and this is now required for miners in most Canadian jurisdictions.

Noise is measured as the peak to trough pressure difference in the vibration waves in air. The results are expressed in relative terms to the hearing sensitivity of (young adult) humans in good health using a logarithmic scale to the base 10. Thus, an increase of one Bel is equivalent to a ten times stronger noise level. However, the Bel is a large unit and it is more convenient to use a unit ten times smaller, the decibel. Hearing acuity is frequency dependent. It peaks at a frequency of about 1 000 Hertz (cycles per second) and falls off to the extreme limits, roughly 20 and 20 000 Hz. Sound measurement equipment is much less frequency dependent and a weighting factor is used to relate it to human hearing. The "A"-scale is used in hearing loss programs generally. Thus, the weighted noise level in decibels is usually abbreviated as dBA. Hearing loss is believed to occur when exposure is above a threshold level, 85 dBA and 90 dBA have been specified in various jurisdictions. The hearing loss is proportional to the height of the noise excursion and its duration. Three factors are in use for equating the potential hearing loss to the noise level:

1. A doubling every 3 dBA–The equal energy principle, used in many hearing loss control recommendations.
2. A doubling every 4 dBA–used in one or more recommendations.
3. A doubling every 5 dBA–used in the principal USA legislation: the Occupational Safety and Health Act (OSHA).

Canadian regulations are set provincially and federally: either factor 1 or 3 is used

In addition to potential hearing losses high noise levels lead to problems in safety, fatigue and communication.

Most of the noise studies have been directed at surveys of noise in mines and the efficacy of hearing protection measures. The mine surveys have shown that many miners

are exposed to noise levels above the threshhold for potential hearing loss and that immediate hearing protection is required as well as an effort to reduce the noise level of mining machinery.

This compendium is a reprint of all the reports on noise and vibration research undertaken by CANMET. Most of the studies were undertaken in cooperation with mines across Canada, mainly mines located in Ontario and, on several occasions, with the Mines Accident Prevention Association of Ontario. Two studies were carried out through the awarding of contracts. A few of the early reports by Miron Savich were based on his MSc. thesis work undertaken at the Institute of Mineral Research of McGill University, situated at Mont St. Hilaire, Quebec.

The compendium is in 6 volumes, two of which are in parts, as follows;

1. Vol. 1–Glossary, Introduction, Measurement methods.
2. Vol. 2–Hearing Protection—Ear Muffs.
3. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part A.
4. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part B.
5. Vol. 3–Mine Noise Surveys–Part C.
6. Vol. 4–Mill and Surface Plant Noise Surveys–Part A.
7. Vol. 4–Mill and Surface Plant Noise Surveys–Part B.
8. Vol. 5–Noise Abatement Studies.
9. Vol. 6–Vibration Studies and General(includes unclassified)

Within each volume or section the reports are listed chronologically. The glossary has been removed from 3 of the reports and amalgamated. It is presented separately at the front, following the contents table.

The noise measurement methods used are described in some reports in the first volume as well as being described in many of the other reports on surveys etc.. Five main classes of noise measurement techniques have been used in the noise surveys. These are:

1. Hand-held meters with "A"-scale weighting and slow response time averaging over a short period of time, a second or less, with manual recording. This was used in the earlier surveys and occasionally later. A graphical method of determining the average noise level for the survey is given in report 75–71.
2. The hand-held sound level meter was also used in the peak measurement mode for studies of impulse, or short duration, noise as in report 84–83.

3. A shift length recording system in which the average noise level over a period, such as a minute, is stored on a memory bank and read out later. In the system used, the results were read at the end of the shift and analysed using a computer program as described in report 78–62.

4. The noise dosimeter averages noise level over a short period of time and, if it exceeds the threshhold, adds it up using an appropriate factor to give the noise level as a ratio of the exceedance to permissible for the shift. The instrument usually has an indicator for showing whether the noise level has exceeded the ceiling level of 115dBA promulgated in the OSHA regulations (presumably intended for unprotected ears). This instrument has been used in many surveys and tests on hearing protectors. One unit was described and tested in report 76–83.

5. Frequency analysis sound level meter. This determines the sound level in each band of frequency of significance, usually one third octave wide. The equipment is desirable because the attenuation of noise by any barrier is frequency dependent and because the frequency of an offensive sound may be very helpful in determining its source. Ear muffs are sound attenuators and therefore frequency dependent, they are not as good attenuators at low frequencies as at high frequencies.

Ear muffs (hearing protectors) were shown to be highly efficient in laboratory tests providing attenuations of 31 to 44 dBA at frequencies of 1 000 Hz and above. Safety glass-frames passing under the seal of the ear muff, however, were found to reduce attenuations to 25 to 34 dBA. The wearing of safety glasses is obligatory in most working places in the mining industry. Field studies in mines showed that the effective protection factors for ear muffs could be less than 10 dBA. The surveys carried out at Falconbridge Mines Ltd., Reports 86–58, 86–59, 86–60, 86–61 with a final summary in 86–88 illustrate the value of such studies. The attenuations of ear muffs found in mines are shown in Figure 1, where the measured attenuation(OSHA basis) in dBA is shown plotted against the mean sound level in dBA (variously described in the reports as $L_{eq}(60s)$; L_{OSHA} or $L_{Avg.}$). The required attenuation line is drawn assuming that the average sound levels persist for a full 8 hour shift and that ear plugs are not worn. This figure suggests that about half of the population examined were not protected to the extent required. However, neither of these assumptions are true and it is probable that substantially more than the half of the population was protected to the extent required. The major reason for the poor performance of ear muffs in practise was found to be poor fitting, the spring clamping force was often inadequate, particularly on small headed individuals. Emphasis was placed on the measurement and control of clamping force and the

need to fit earmuff supports to head size. On the basis of these surveys recommendations were made to improve control of hearing protection programs.

The noise surveys are a useful repository of information. The detailed surveys, using the data logging technique, which form the major part of volumes 3 and 4, provide invaluable information to those planning noise control programs in many mining operations. Nearly 700 man-days were logged in the detailed surveys. It could be seen that the distribution of noise exposure during the shift varies from nearly constant to highly variable. In the mines 262 shifts out of the 432 recorded were worked at sound levels above permissible exposure. The highest values were about 40 times greater requiring hearing protection of at least 28 dBA attenuation. This would be even higher if the proposed OSHA standards instead of the existing rules (at the time the reports were written) were used as the basis for assessment. In the mills and surface plants only 13 out of the 250 shifts recorded were worked at sound levels above permissible exposure. The highest value required about 10 dBA attenuation in the hearing protection.

Noise control studies have been carried out with respect to light and medium weight percussion rockdrills, diamond drills and diesel engine exhaust systems. The diamond drill studies point out the need for a thorough investigation of all the noise sources, four major sources have been identified. Reduction of only one source would, as a result, produce almost no effect on sound level, a reduction of about 1 dBA. It may, however, modify the sound quality significantly.

The high noise levels measured in mining emphasize the requirement for substantial work to control noise on mining machinery. It is likely that eventually it will be desirable not to expose men to sound levels over 85 dBA and that the necessity for hearing protection will be considered an undesirable working condition to be eliminated.

The contract study on vibration found that stopers and jackleg drills subjected miner's hands to vibration levels sufficient to induce vibration white finger disease in periods of one to four years in over half the population. It was also shown that vibration isolators could be effective in substantially reducing vibration transmission to hands and proposed that vibration isolation handles should be developed and used on percussion drills. Some sites where whole-body exposure to vibration exceeded guidelines were found in surface plant and mills. Underground diesel powered vehicles were not examined.

The report 73–17 in the miscellaneous section in volume 6 is a good exposition of the noise and vibration problems in mines. The topics covered include noise and vibration measurement; noise and vibration exposure standards; and noise and vibration sources; as well as control methods.

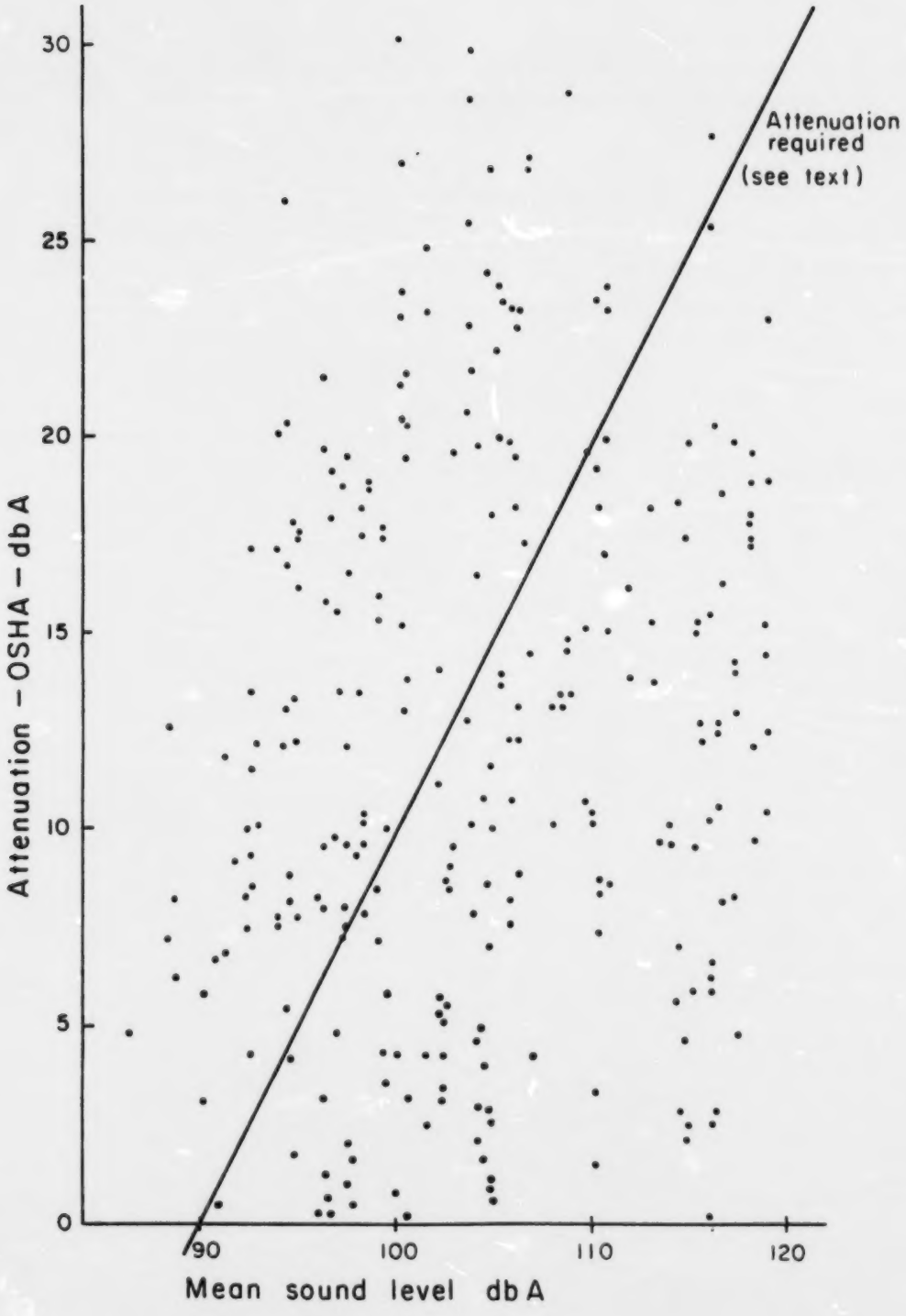


Fig. 1–The attenuation of ear muffs measured in use in mines.
Fig. 1–L'atténuation des protecteurs supra-auriculaires en usage dans le mines

It should be appreciated that many of the reports cover more than one topic and that they have not been cross-referenced. They are entered in the category corresponding to the major aspect studied.

The report pages have not been renumbered. To assist in locating each report red coloured pages are used to separate them. Each of these has page and report numbers in the top right hand corner and the full title and description of the report and its publication details, if other than a divisional report.

ACKNOWLEDGEMENTS

The editor wishes to thank his colleagues in the Mining Research Laboratories for assistance in gathering and compiling these reports.

INTRODUCTION

Ces travaux de recherche ont été entrepris parce que la perte auditive due au bruit constitue un problème important dans l'industrie minière, ainsi qu'à cause des dommages aux capillaires sanguins induits par vibration aux mains des mineurs, et plus particulièrement des foreurs. La perte auditive due au bruit découle d'une exposition prolongée. Puisque les humains s'adaptent facilement et tendent à compenser la perte graduelle, la détérioration passe longtemps inaperçue. Toutefois, l'exposition à de très grands bruits, une explosion par exemple, peut entraîner un dommage immédiat incapacitant du système auditif.

La perte auditive affecte tant l'employeur que l'employé. Les paiements compensateurs sont devenus substantiels. Les premiers signes de dégradation de l'ouïe ne sont reconnus qu'au prix de multiples vérifications de l'acuité auditive, ce qui est maintenant exigé dans la plupart des juridictions canadiennes concernant les mineurs.

Le bruit est mesuré comme différence entre le sommet et le creux des ondes vibratoires dans l'air. Les résultats sont exprimés en termes relatifs à la sensitivité auditive d'un humain (jeune adulte) en bonne santé, en utilisant une échelle logarithme de base 10. Ainsi, une augmentation du niveau sonore d'un Bel équivaut à décupler l'énergie acoustique. Toutefois, le Bel constitue une unité représentant une somme énergétique importante, de sorte qu'il est plus approprié d'utiliser le décibel, une unité dix fois plus petite. L'acuité auditive dépend de la fréquence de l'onde. Elle atteint son maximum aux alentours de la fréquence de 1,000 Hertz (cycles par seconde) et diminue aux deux extrémités du spectre, soit 20 et 20,000 Hz respectivement. L'équipement de mesure du son est beaucoup moins dépendant de la fréquence utilisée, de sorte qu'un facteur de pondération est nécessaire pour relier le niveau sonore à l'acuité auditive humaine. L'échelle "A" est généralement utilisée dans les programmes de perte auditive. Dans ce cas, le niveau sonore pondéré est habituellement abrégé à dBA. La perte auditive est considérée se produire au-delà d'un seuil, 85 dBA et 90 dBA étant la norme dans diverses réglementations. La perte auditive est proportionnelle à la puissance de l'onde sonore et à la durée de l'exposition. Trois facteurs légaux sont utilisés pour établir la relation entre dommage potentiel et niveau sonore:

1. Le dommage double tous les 3 dBA – le principe d'énergie équivalente, à la base de nombreuses recommendations du contrôle de la perte auditive.
2. Le dommage double tous les 4 dBA – utilisé dans une recommendation ou plus.
3. Le dommage double tous les 5 dBA – en usage dans la principàles législation américaine, l'Acte de santé et sécurité occupationnelles (OSHA).

Les réglementations canadiennes sont émises aux niveaux provinciaux et fédéral: elles utilisent le facteur 1 ou le facteur 3.

En plus des pertes auditives potentielles, les niveaux sonores élevés entraînent des problèmes de sécurité, de fatigue et de communications.

La plupart des travaux sur le bruit ont été orientés vers des relevés du bruit dans les mines et vers l'appréciation de l'efficacité des mesures de protection de l'ouïe. Les relevés dans les mines ont démontré que plusieurs mineurs sont exposés à des niveaux sonores supérieurs au seuil de dommage auditif potentiel et qu'une protection immédiate de l'ouïe est nécessaire en parallèle à l'implantation de mesures de réduction du bruit de l'équipement et matériel minier.

Ce recueil incorpore tous les rapports de recherche sur le bruit et les vibrations réalisés par CANMET. La plupart des travaux ont été réalisés en collaboration avec des mines canadiennes, principalement avec des mines situées en Ontario et, à maintes reprises, avec l'assistance de l'Association de prévention des accidents miniers en Ontario (MAPAO). Deux recherches furent réalisées sur une base contractuelle. Quelques uns des premiers rapports de Miron Savich étaient basés sur sa thèse de maîtrise réalisée à l'Institut de Recherche minérale de l'Université McGill, situé à St-Hilaire, Québec.

Le recueil comprend six volumes, dont deux en plusieurs parties, comme suit:

1. Vol. 1–Glossaire, introduction et techniques de mesure.
2. Vol. 2–Protection de l'ouïe - protecteurs supra-auriculaires.
3. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie A.
4. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie B.
5. Vol. 3–Relevés de bruits de mines–partie C.
6. Vol. 4–Relevés de bruits d'usines et ateliers de surface–partie A.
7. Vol. 4–Relevés de bruits d'usines et ateliers de surface–partie B.
8. Vol. 5–Études de réduction du bruit.
9. Vol. 6–Études des vibrations et divers.

Dans chaque volume ou section, les rapports sont classés en ordre chronologique. Le glossaire (en anglais seulement) provient de l'amalgamation de termes contenus dans trois des rapports. Il est présentement à part au début, tout de suite après la table des matières.

Les techniques de mesure du bruit utilisées sont décrites dans quelques rapports du premier volume, ainsi que dans de nombreux autres reliés aux relevés de mines, usines et

ateliers. Cinq classes principales de techniques de mesure du bruit ont été expériementées dans les relevés sonores. Ce sont:

1. Des appareils manuels pondérant les fréquences selon l'échelle "A", avec un temps de réponse assez lent et le calcul de la valeur moyenne sur une brève période, une seconde ou moins, et enregistrement manuel du résultat. Il s'agit de la technique utilisée lors des premiers relevés, puis occasionnellement par la suite. Une méthode graphique pour déterminer le niveau acoustique pondéré au cours du relevé est expliquée dans le rapporté 75-71.

2. Le sonomètre manuel a aussi été utilisé en mode de mesure des bruits d'impact pour des études d'impulsion, ou bruit de courte durée, comme dans le rapport 84-83.

3. Un système d'enregistrement pour la période de travail (8 heures), qui cumule le bruit moyen d'une période de courte durée, une minute par exemple, et la conserve en mémoire pour lecture ultérieure. Le système utilisé permettait la lecture de l'information à la fin de la période de travail et son traitement ultérieur informatisé, tel que décrit dans le rapport 78-62.

4. L'audio-dosimètre calcule le niveau sonore moyen sur une courte période de temps et, surtout s'il excède le niveau légal, calcule le rapport du niveau sonore obtenu au niveau permis pour la période de travail. L'instrument possède également un voyant lumineux qui indique un dépassement de la limite légale absolue de 115 dBA promulguée dans les règlements OSHA (sans aucun doute pour une ouïe sans protecteur). Cet instrument a été utilisé dans plusieurs relevés et lors de tests concernant les protecteurs auriculaires. Un tel appareil a été décrit et vérifié dans le rapport 76-83.

5. Le sonomètre d'analyse fréquentielle. Cet instrument mesure le niveau acoustique moyen dans chaque bande de fréquence significative, habituellement de la largeur d'un tiers d'octave. L'instrument est nettement recommandable, puisque l'atténuation du bruit par toute barrière est fonction de la fréquence et parce que la fréquence d'un son agresseur contribue à localiser sa source. Les protecteurs auriculaires sont des atténuateurs de son et, de ce fait, dépendent de la fréquence d'émission. Ils n'atténuent pas les basses fréquences avec autant de bonheur que les hautes fréquences.

Les protecteurs supra-auriculaires ont démontré des habiletés d'atténuation allant de 31 à 44 dBA en laboratoire pour les fréquences de 1,000 Hz et plus. Les montures de lunettes de sécurité passées sous les coussins du protecteur réduisent cependant la protection qui passe alors de 25 à 34 dBA. Comme le port de lunettes protectrices est obligatoire pour la plupart

des postes de travail dans l'industrie minière, des études sur le terrain dans les mines ont démontré que la protection réelle obtenue par des protecteurs supra-auriculaires peut ne pas dépasser 10 dBA. Les relevés effectués à Falconbridge Ltée, rapports 86-58, 86-59, 86-60, 86-61 avec un résumé final dans 86-88, illustrent la validité de tels travaux. La figure 1 (voir page 5) illustre l'atténuation en dBA (base OSHA) des protecteurs supra-auriculaires en usage dans les mines, où cette dernière est comparée au niveau acoustique pondéré en dBA (décrit différemment dans les rapports comme $L_{eq}(60s)$; L_{OSHA} ou $L_{Avg.}$). La ligne d'atténuation requise est illustrée en assumant que les niveaux acoustiques moyens persistent tout au long de la période de 8 heures et que des bouchons d'oreilles ne sont pas utilisés. Cette figure suggère que la moitié de la population des mineurs n'est pas protégée au niveau légal requis. Toutefois, aucune de ces deux hypothèses n'est vraie et il est fort probable qu'une proportion largement supérieure à la moitié se trouve protégée au niveau requis. La principale raison de la faible performance des protecteurs supra-auriculaires en pratique découle d'un mauvais ajustement, la force du ressort étant souvent inadéquate, principalement chez les individus ayant un faible tour de tête. L'emphase a été mise sur la mesure et le contrôle de la force de serre et le besoin d'ajuster les supports des protecteurs au tour de tête. Des recommendations basées sur ces relevés ont donc été faites, afin d'améliorer les programmes de contrôle pour la protection de l'ouïe.

Les relevés sonores constituent un recueil d'informations. Les relevés détaillés, utilisant la technique d'enregistrement des données, constituent l'essentiel des volumes 3 et 4, et contiennent de l'information précieuse pour tous ceux qui entreprennent des programmes de contrôle du bruit dans des opérations minières. Près de 700 jours-hommes ont été enregistrés lors des relevés détaillés. Il est ainsi possible de constater que la distribution d'exposition des mineurs au bruit varie, au cours de la période de travail, de presque constante à très variable. Dans les mines, 262 des 432 périodes de travail enregistrées l'ont été à l'aide de l'audio-dosimètre en niveau relatif à l'exposition permise. Les valeurs les plus fortes indiquaient un dépassement du seuil de 40 fois, signifiant une protection de l'ouïe de l'ordre de 28 dBA d'atténuation. Cette atténuation serait encore supérieure si les nouveaux standards proposés par OSHA étaient utilisés comme base au lieu des règles actuelles (au moment où les rapports étaient rédigés). Dans les usines et ateliers de surface, seulement 13 des 250 périodes de travail enregistrées l'ont été à l'aide de l'audio-sonomètre. La valeur la plus forte requerrait une atténuation de l'ordre de 10 dBA pour assurer la protection légale de l'ouïe.

Les travaux de contrôle du bruit ont été entrepris sur des foreuses à percussion de poids léger à moyen, sur les foreuses à diamant et sur les systèmes d'échappement des moteurs diesels. Les études sur les foreuses à diamant ont démontré un besoin d'investigation approfondie de toutes les sources de bruit, quatre sources majeures ayant été identifiées. La réduction d'une seule source résulterait en une atténuation à peine discernable du niveau

acoustique moyen, à savoir 1 dBA. Elle pourrait cependant modifier la qualité sonore de façon appréciable.

Les niveaux sonores élevés mesurés dans les mines mettent l'emphase sur le besoin de travaux importants, afin de réduire le bruit du matériel minier. Il est probable qu'il faudra éventuellement limiter l'exposition des travailleurs à des bruits n'excédant pas 85 dBA et que l'usage de protecteurs auriculaires devienne une condition de travail indésirable, à éliminer.

L'étude contractuelle sur les vibrations a démontré que les foreuses manuelles verticales et sur béquille exposaient le mineur à des niveaux vibratoires suffisants pour induire le phénomène de Raynaud (insensibilité de la main) chez plus de la moitié de la population sur une période allant de 1 à 4 ans. Elle a aussi permis de démontrer que les isolants vibratoires permettent de réduire la transmission des vibrations à la main et suggéré de développer des poignées isolant les vibrations et de les adapter aux foreuses à percussion. Ces relevés ont aussi identifié des sites où les vibrations corporelles excédaient les directives dans les usines et ateliers de surface. Les véhicles souterrains à moteur diesel ne furent pas examinés.

Le rapport 73-17, dans la section "divers" du volume 6 expose bien les problèmes de bruit et vibrations dans les mines. Les sujets abordés sont la mesure du bruit et des vibrations, les standards d'exposition au bruit et aux vibrations, les sources de bruit et de vibrations, et les méthodes de contrôle.

Il faut enfin mentionner que plusieurs des rapports couvrent plus d'un sujet et qu'ils n'ont pas de renvoi mutuel. Ils sont inclus dans le manuel qui correspond au principal aspect étudié.

Les pages des rapports n'ont pas été renumérotées. Pour mieux localiser chaque rapport, une page rouge est insérée au début de chacun. Chaque rapport est numéroté dans le coin supérieur droit et contient, en plus, son titre propre et la description du contenu, ainsi que son lieu d'édition lorsqu'il ne s'agit pas d'un rapport divisionnel. Un résumé français est compris avec chàque rapport.